



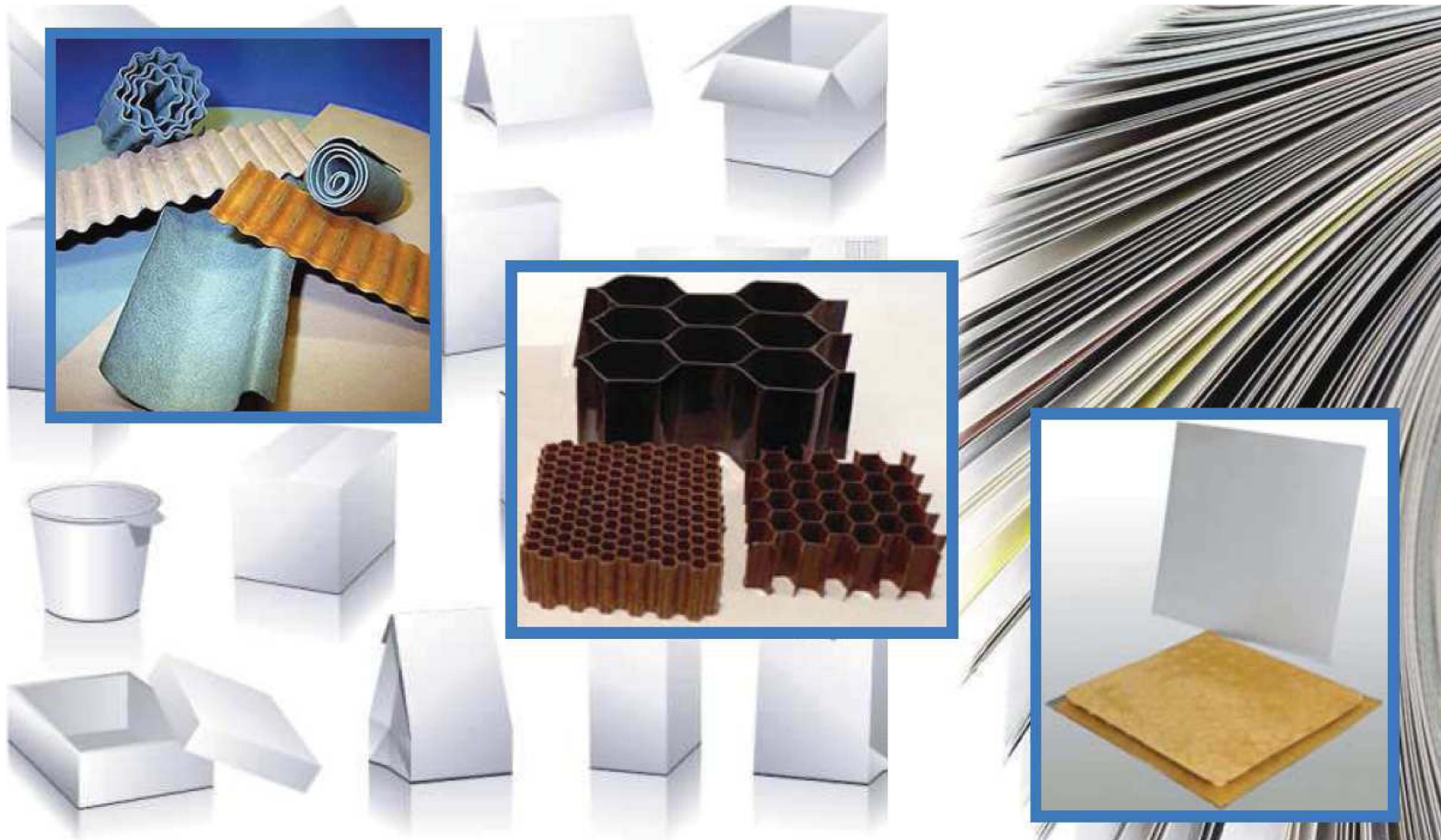
» FASERN UND COMPOSITE / » VERPACKUNG UND KONFORMITÄT / » DRUCK UND FUNKTIONALE OBERFLÄCHEN / » PAPIERWIRTSCHAFT 4.0 / » MATERIALPRÜFUNG UND ANALYTIK

## Nutzbarmachung des Potentials naturfaserbasierter, ressourcenschonender Werkstoffe als Leichtbau- bzw. Konstruktionsmaterial

Timo Kuntzsch u. Frank Miletzky, Papiertechnische Stiftung



# Papiere in lasttragenden Anwendungen



30.06.2016

## Motivation

- Neue Anwendungen für cellulosische Fasern z.B. in 3D-Verpackungslösungen, im Leichtbau oder in Konstruktionswerkstoffen
- Technologisch effiziente Herstellbarkeit wird gefordert (z.B. integriertes Umformen und Fügen)
- Verfügbarkeit geeigneter Simulationswerkzeuge unabdingbar (z.B. mittels FE-Analyse)

## Forschungsarbeiten der Papiertechnischen Stiftung

- Entwicklung von Prüfvorrichtungen und -methoden
- Ermittlung von Werkstoffkennwerten
- Formulierung von Materialgesetzen
- Simulationsgestützte Eignungsprüfung und Materialentwicklung

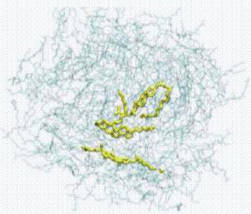


# How to combine the scales?

Micro and nano-testing

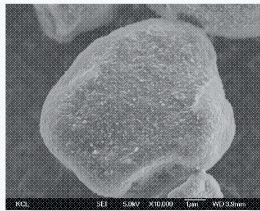
Modeling and experiments

**Chemicals**  
1 Å - 10nm

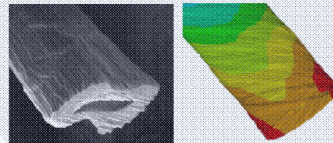


30.06.2016

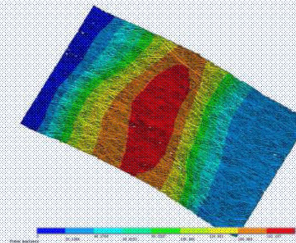
**Nano/micro particles**  
10 nm – 10 µm



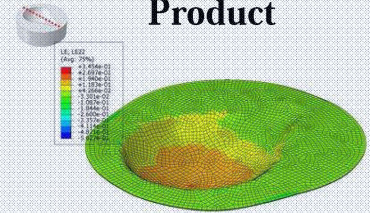
**Fibers**  
10 µm – 1 mm



**Formation**  
1 mm – 1 cm



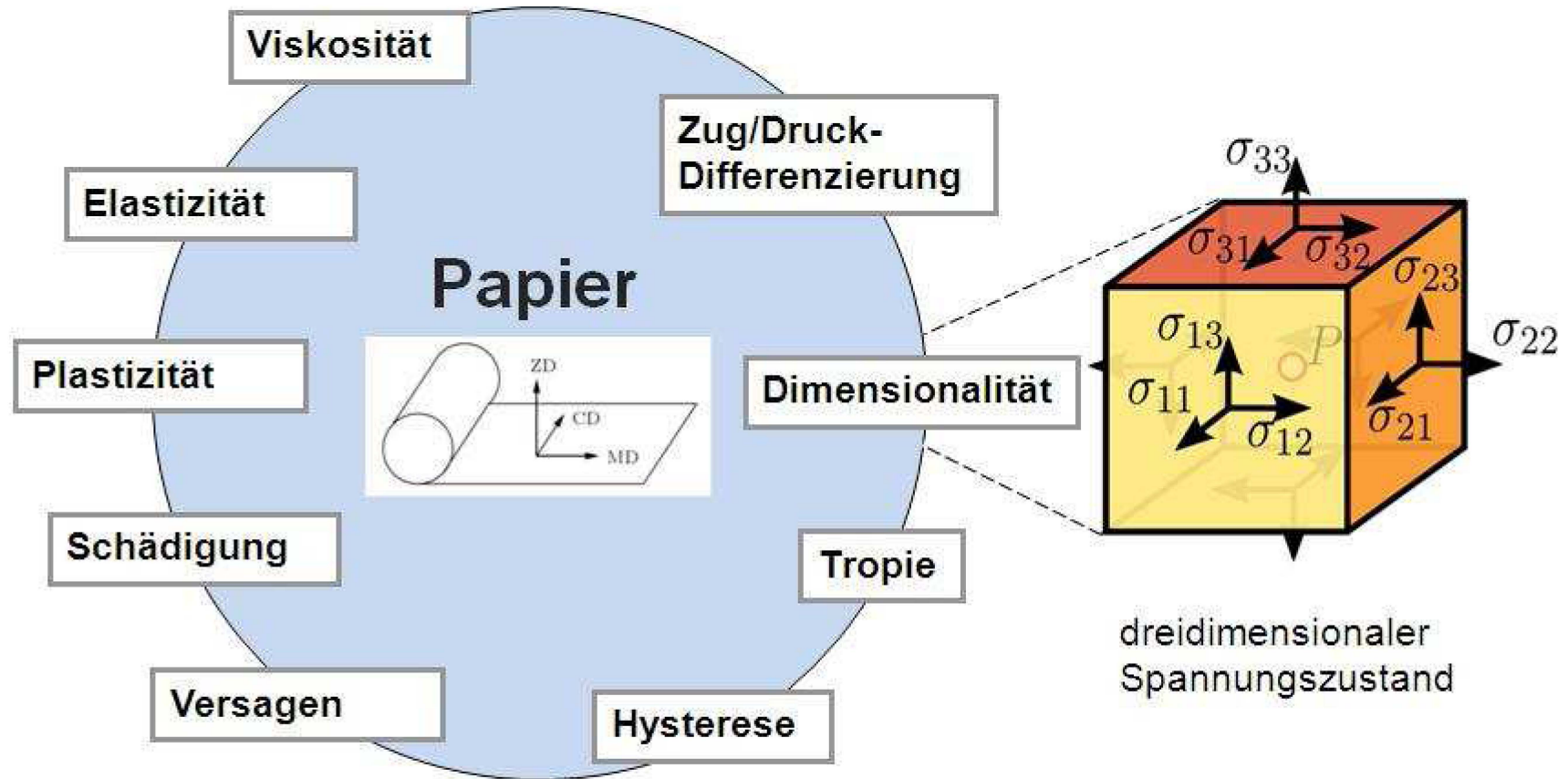
**Product**



WoodWisdom PowerBonds project  
<http://www.wwnet-powerbonds.eu/>



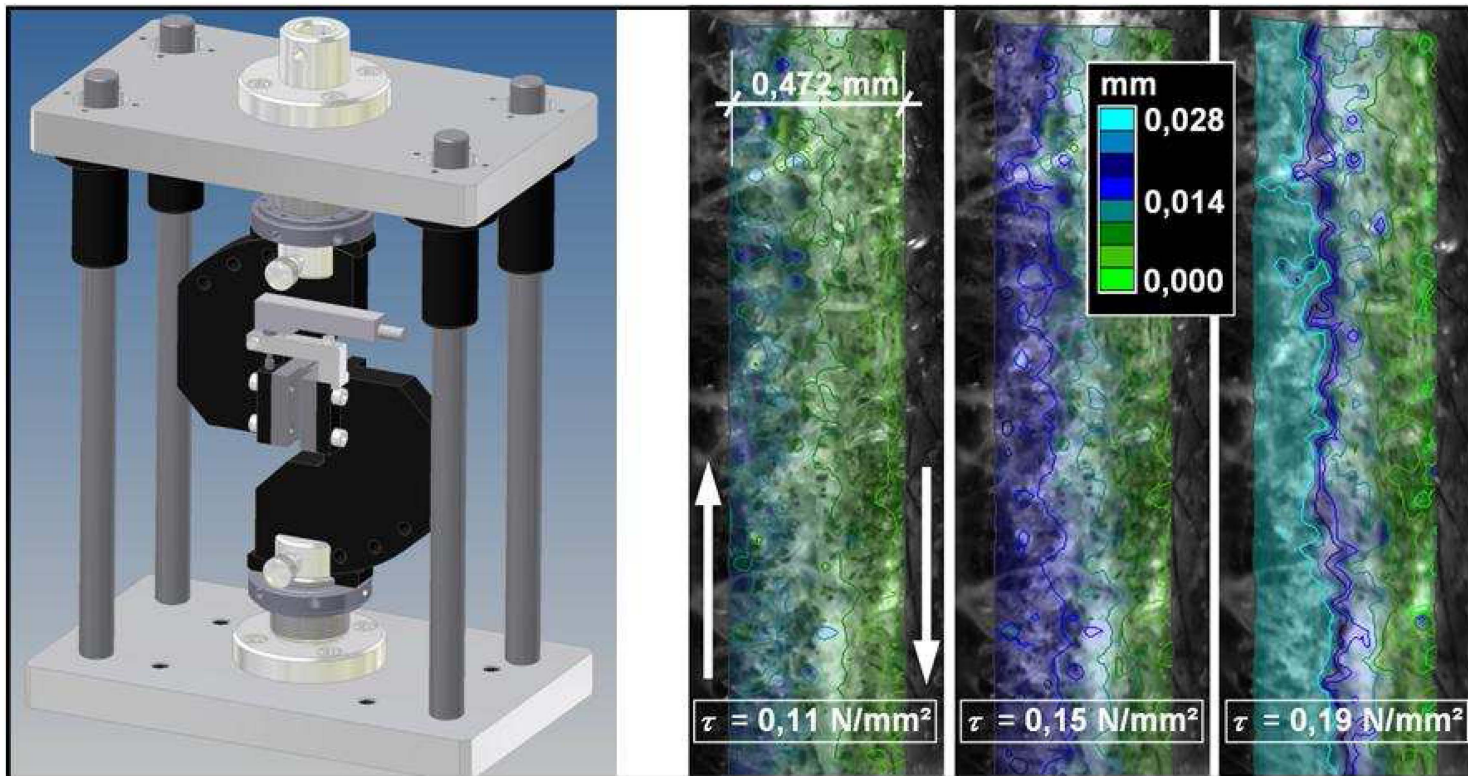
# Charakterisierung des Materialverhaltens



## Versuchsstand: Schubsteifigkeit/-festigkeit out-of-plane

Schubversuchsstand zur Verwendung in Universal-Prüfmaschine in Verbindung mit optischer Deformationsanalyse

**Probe:** 15x43 mm<sup>2</sup>, Dicke 0,2 bis 2,2 mm; Befestigung mit Zweikomponentenkleber

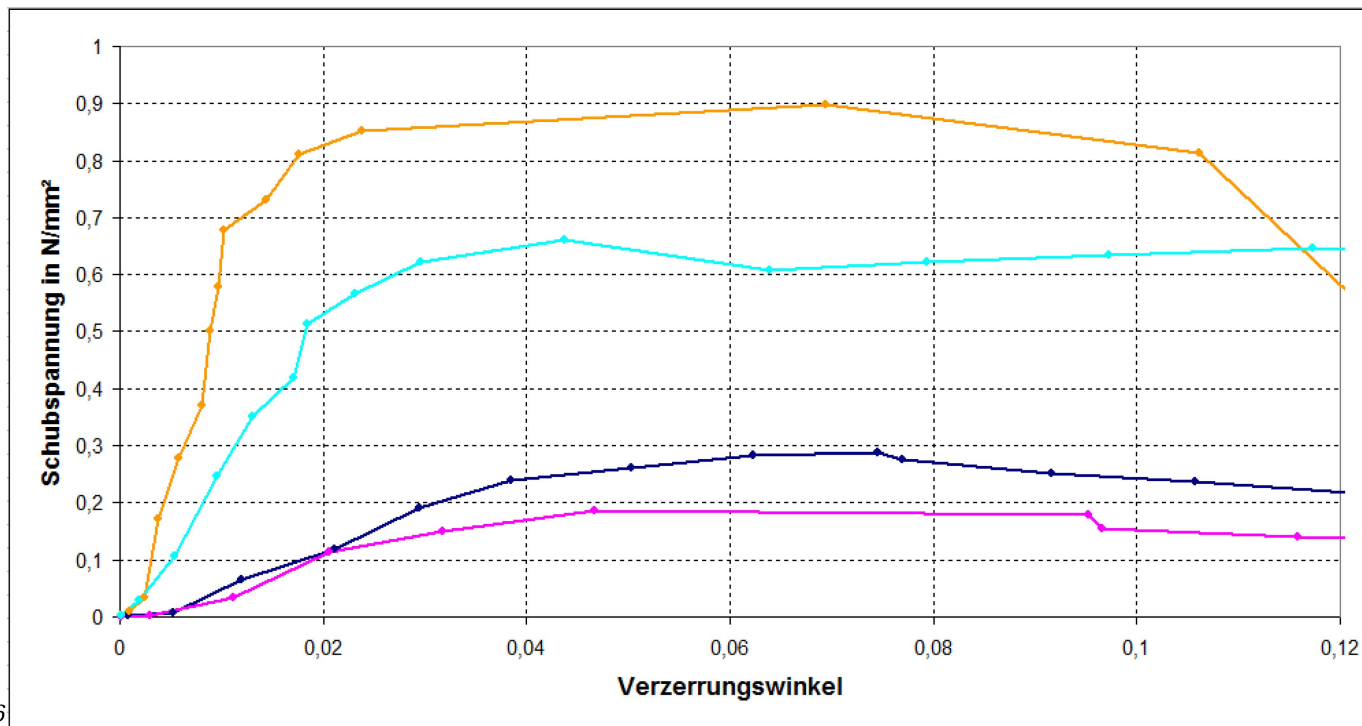




## Versuchsstand: Schubsteifigkeit/-festigkeit out-of-plane

### Ergebnisse:

- optisch ermittelte Verschiebungs- und Dehnungsfelder über Probendicke
- Schubspannungs-Verzerrungswinkel-Diagramme (out-of-plane)
- Schubsteifigkeit (Schubmodul) und Festigkeit



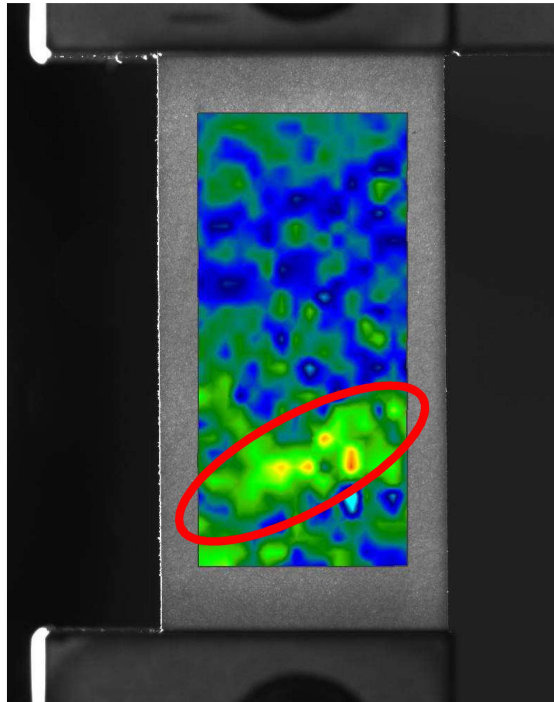
30.06.2016

# Inhomogenität mechanischer Eigenschaften

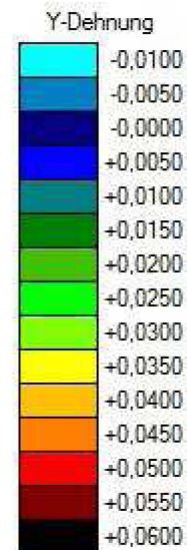
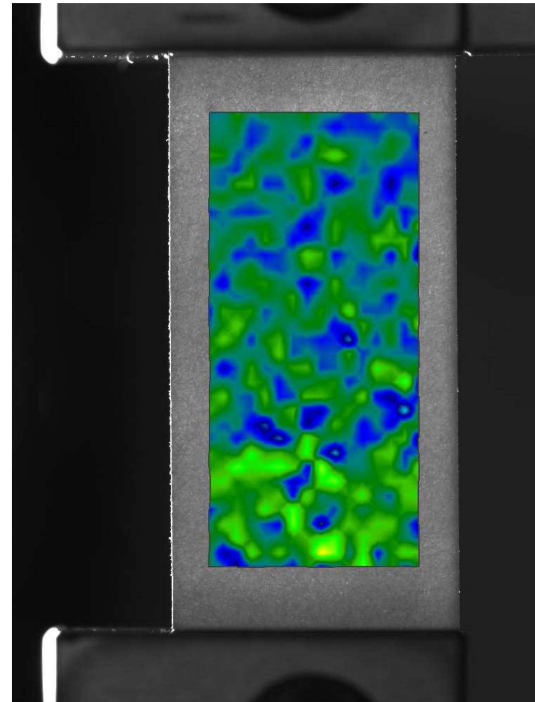
## Zugversuch an unterschiedlich gut umformbaren Kartonen

(Klemmabstand 30mm, bei je ca. 2% Dehnung in Zugrichtung; Bruchdehnung ca. 4%)

**Schlecht umformbare Probe  
mit beginnender Lokalisierung**



**gut umformbare Probe**



30.06.2016

→ Homogeneres Dehnfeld der gut umformbaren Probe



# Anwendungen simulationsgestützter Materialentwicklung

- Anforderungen der Endprodukte
- Eignung für Verarbeitungsprozesse
- Einstellung der Materialeigenschaften auf Mikrostruktur-Ebene (Fasereigenschaften und Fasernetzwerkstruktur)
- 3 Beispiele
  - Umformbarkeit
  - Festigkeit/Steifigkeit von Leichtbau-Sandwichkernen
  - Langzeittragverhalten von Verpackungen

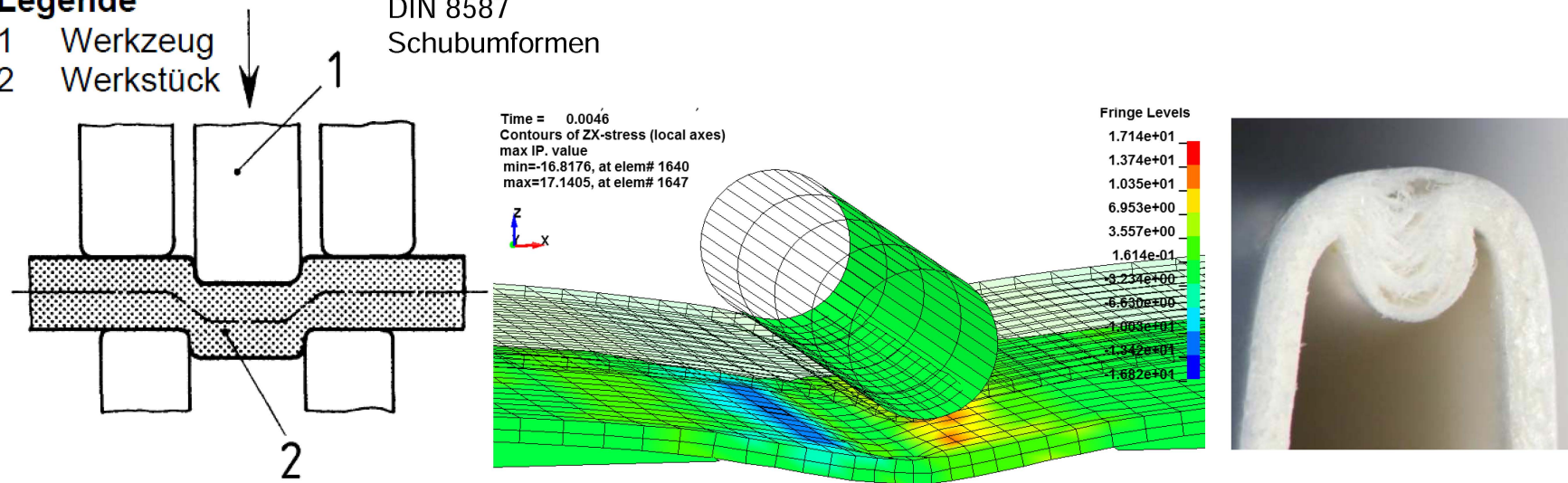
# Bewertung der Umformbarkeit faserbasierter Materialien

## Legende

- 1 Werkzeug
- 2 Werkstück

DIN 8587

Schubumformen

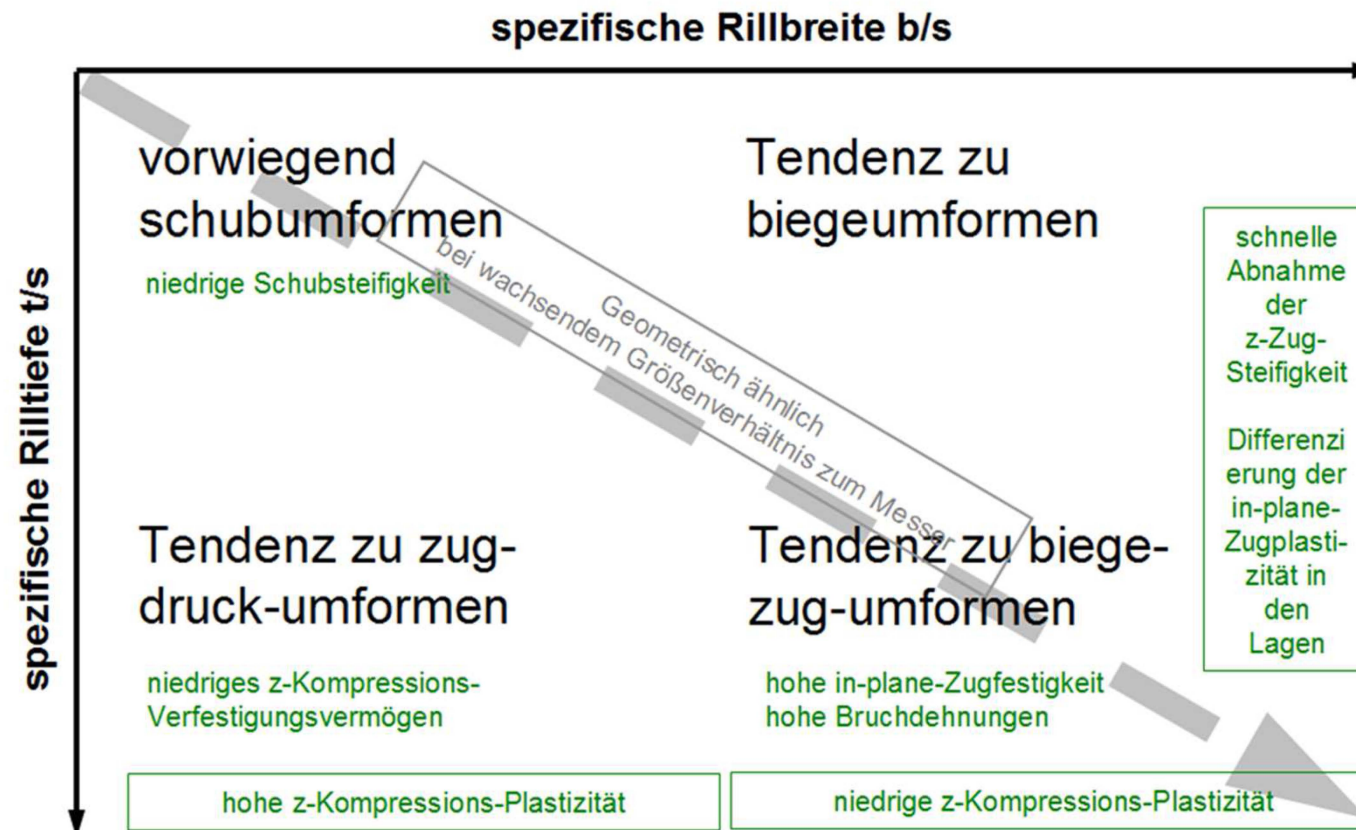


- Identifikation wichtiger Spannungskomponenten aus FE-Modell (hier: Kompression in Dickenrichtung, Schub Out-of-Plane)
- Erweiterte Materialcharakterisierung
- Interpretation der herkömmlichen Bewertung (Rillbarkeitsbereich) anhand von werkstoffmechanischen Kennwerten



# Bewertung der Umformbarkeit faserbasierter Materialien

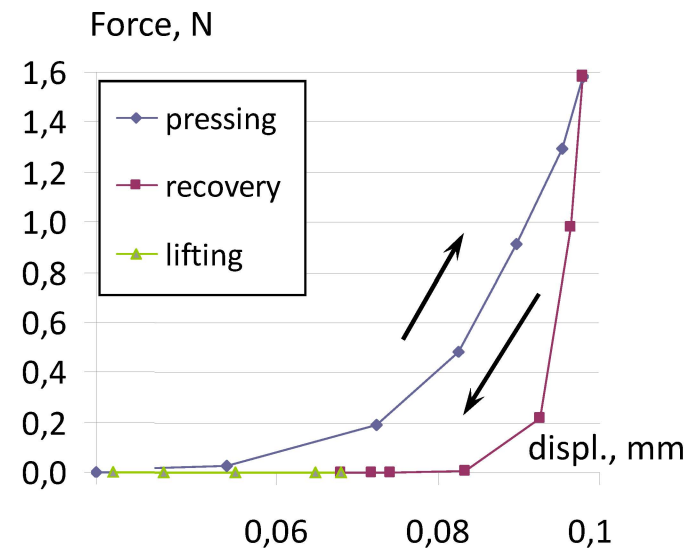
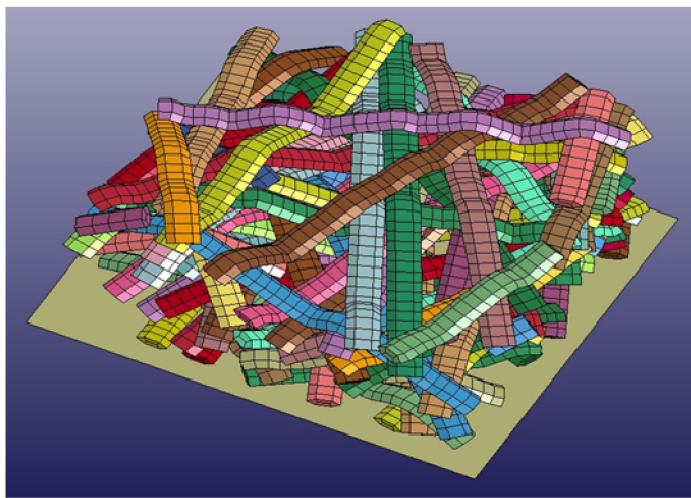
Interpretation der herkömmlichen Bewertung (Rillbarkeitsbereich) anhand von werkstoffmechanischen Kennwerten



30.06.2016

# Bewertung der Umformbarkeit faserbasierter Materialien

Simulation der Kompression in Dickenrichtung mittels Mikrostrukturmodell

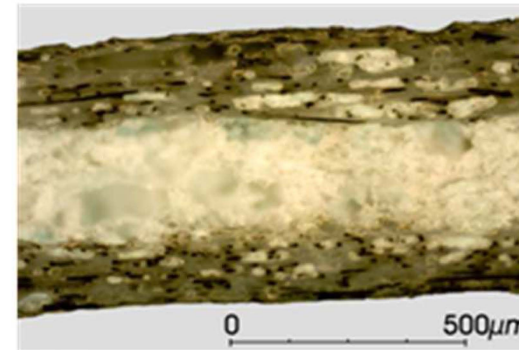
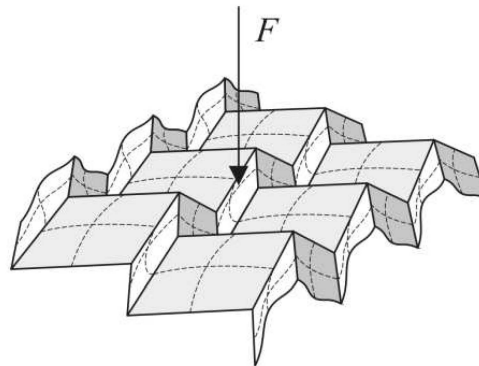
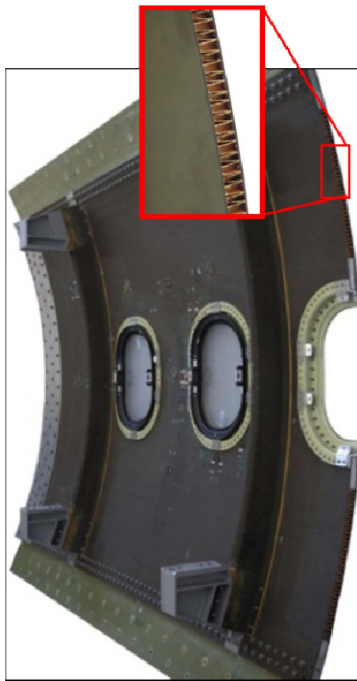


- Bestimmung homogenisierter Eigenschaften (RVE)
- Verteilung der Kontaktdrücke und Deformationen im Fasernetzwerk
- Differenzierung der Einflüsse von Einzelfasern, Bindungen u. Faseranordnung



## Neue „Papiere“ für Leichtbau-Sandwich-Konstruktionen

- Einsatz papierartiger Werkstoffe für Sandwichkerne in Leichtbaukonstruktionen für Luftfahrzeuge
  - Weiterentwicklung eines Messgerätes für Druckbeanspruchung in der Ebene
- neuartiger, dreilagiger Werkstoff mit verbesserter Beulsteifigkeit



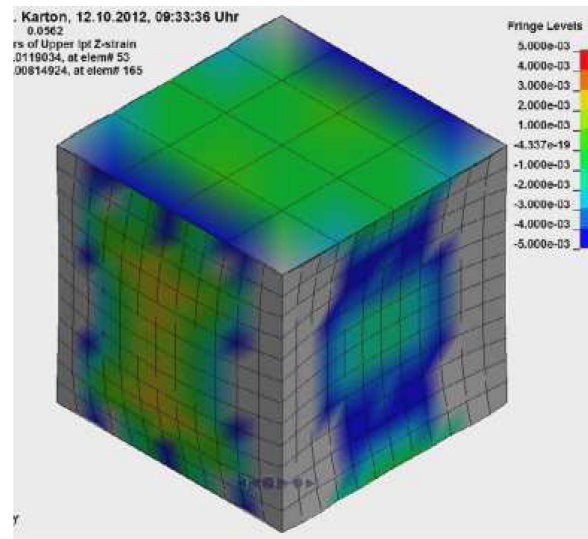
30.06.2016

Quelle: Inst. für Luft- und Raumfahrttechnik TU Dresden

# Langzeittragverhalten von Verpackungen

→ vereinfachte Abschätzung des zu erwartenden Langzeitverhaltens

- Kennwerte aus Dehnraten-abhängigen Kurzzeitversuchen (Multiple-Maxwell-Modell)
- Beschreibung des viskoelastischen Verhaltens bei Langzeitbelastung (Prony-Analyse) und Abgleich mit Langzeittests (Viskoplastizität, Feuchteinfluss)



Quelle: BFSV Hamburg

30.06.2016



## Ausblick für die praxisorientierte Forschung

- Papier sollte als konstruktiver Werkstoff verstanden werden und muss umfangreich werkstoffmechanisch charakterisiert werden.
- Charakterisierung muss konform zu gängigen Konstruktionswerkzeugen, insbesondere mechanisch-numerischen Modellen sein.
- Verbesserte Situation bei Werkstoffkennwerten dünner, flächiger Materialien durch aktuelle Entwicklungen zu Prüfvorrichtungen und -methoden
- Weiterer Bedarf auf der Mikrostrukturebene zur gezielten Einstellung der Materialeigenschaften
- **Die Papiertechnische Stiftung strebt gemeinsam mit Kooperationspartnern weitere Forschungsaktivitäten an**

## Nutzbarmachung des Potentials naturfaserbasierter, ressourcenschonender Werkstoffe als Leichtbau- bzw. Konstruktionsmaterial

### Kontakt

Dr.-Ing. Timo Kuntzsch

Projektleiter Materialprüfung & Analytik  
Papiertechnische Stiftung Heidenau

[timo.kuntzsch@ptspaper.de](mailto:timo.kuntzsch@ptspaper.de)

Prof. Dr. Frank Miletzky

Vorstand  
Papiertechnische Stiftung München

[frank.miletzky@ptspaper.de](mailto:frank.miletzky@ptspaper.de)